

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月31日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-223987

[ST.10/C]:

[JP 2002-223987]

出 願 人

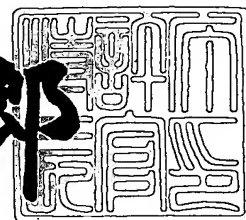
Applicant(s):

ソニー株式会社

2003年 5月20日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3037357

【書類名】 特許願

【整理番号】 0290235003

【提出日】 平成14年 7月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 鉄川 弘樹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 早田 裕

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 岡部 明彦

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100067736

【弁理士】

【氏名又は名称】 小池 晃

【選任した代理人】

【識別番号】 100086335

【弁理士】

【氏名又は名称】 田村 榮一

【選任した代理人】

【識別番号】 100096677

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊賀 誠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019530

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707387

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気抵抗効果型磁気ヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出を行う感磁素子として、反強磁性層と、反強磁性層との間で働く交換結合磁界により所定の方向に磁化が固定された磁化固定層と、外部磁界に応じて磁化方向が変化する磁化自由層と、磁化固定層と磁化自由層との間を磁氣的に隔離する非磁性層とが積層されてなるスピナバルブ膜を備える磁気抵抗効果型磁気ヘッドにおいて、

上記非磁性層は、AuCuからなり、Au、Cuの組成比を、それぞれa、 $100 - a$ （aは、原子%を表す。）としたときに、その組成範囲が、 $25 \leq a < 100$ となり、

上記磁化固定層及び上記磁化自由層は、NiFe又はCoNiFeからなり、Co、Ni、Feの組成比を、それぞれb、c、d（b、c、dは、それぞれ原子%を表す。）としたときに、その組成範囲が、 $0 \leq b \leq 75$ 、 $15 \leq c \leq 95$ 、 $5 \leq d \leq 40$ （ $b + c + d = 100$ 原子%）となることを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 2】 上記磁化固定層及び上記磁化自由層は、Co、Ni、Feの組成範囲が、 $20 \leq b \leq 75$ 、 $20 \leq c \leq 75$ 、 $5 \leq d \leq 40$ となることを特徴とする請求項 1 記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 3】 上記磁化固定層及び上記磁化自由層は、Co、Ni、Feの組成範囲が、 $40 \leq b \leq 75$ 、 $20 \leq c \leq 65$ 、 $5 \leq d \leq 30$ となることを特徴とする請求項 2 記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 4】 上記反強磁性層は、PtMnからなることを特徴とする請求項 1 記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 5】 上記感磁素子は、テープ状の磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出を行うことを特徴とする請求項 1 記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 6】 上記感磁素子は、回転ドラムに搭載されてヘリカルスキャン方式によりテープ状の磁気記録媒体と摺動しながら磁気信号の検出を行うことを特徴とする請求項 5 記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 7】 磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出を行う感磁素子として、反強磁性層と、反強磁性層との間で働く交換結合磁界により所定の方向に磁化が固定された磁化固定層と、外部磁界に応じて磁化方向が変化する磁化自由層と、磁化固定層と磁化自由層との間を磁氣的に隔離する非磁性層とが積層されてなるスピバルブ膜を備える磁気抵抗効果型磁気ヘッドにおいて、

上記非磁性層は、Au からなり、

上記磁化固定層及び上記磁化自由層は、NiFe 又は CoNiFe からなり、Co, Ni, Fe の組成比を、それぞれ b' , c' , d' (b' , c' , d' は、それぞれ原子%を表す。)としたときに、その組成範囲が、 $0 \leq b' \leq 75$, $15 \leq c' \leq 95$, $5 \leq d' \leq 40$ ($b' + c' + d' = 100$ 原子%) となることを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 8】 上記磁化固定層及び上記磁化自由層は、Co, Ni, Fe の組成範囲が、 $10 \leq b' \leq 75$, $20 \leq c' \leq 85$, $5 \leq d' \leq 40$ となることを特徴とする請求項 7 記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 9】 上記磁化固定層及び上記磁化自由層は、Co, Ni, Fe の組成範囲が、 $40 \leq b' \leq 75$, $20 \leq c' \leq 65$, $5 \leq d' \leq 30$ となることを特徴とする請求項 8 記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 10】 上記反強磁性層は、PtMn からなることを特徴とする請求項 7 記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 11】 上記感磁素子は、テープ状の磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出を行うことを特徴とする請求項 7 記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 12】 上記感磁素子は、回転ドラムに搭載されてヘリカルスキャン方式によりテープ状の磁気記録媒体と摺動しながら磁気信号の検出を行うことを特徴とする請求項 11 記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 13】 磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出を行う感磁素子として、反強磁性層と、反強磁性層との間で働く交換結合磁界により所定の方向に磁化が固定された磁化固定層と、外部磁界に応じて磁化方向が変化する磁化自由層と、磁化固定層と磁化自由層との間を磁氣的に隔離する非磁性層とが積層さ

れてなるスピバルブ膜を備える磁気抵抗効果型磁気ヘッドにおいて、

上記スピバルブ膜は、濃度 0.1 kmol/L の NaCl 溶液中に液浸された後に測定される標準水素電極に対する腐食電位が、+0.4 [V vs SHE] 以上となることを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 14】 上記スピバルブ膜 40 は、上記各層の単層膜での標準水素電極に対する腐食電位が、それぞれ +0.4 [V vs SHE] 以上となることを特徴とする請求項 13 記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 15】 上記スピバルブ膜 40 は、上記磁化固定層及び上記磁化自由層を上記非磁性層を介して積層した積層膜での標準水素電極に対する腐食電位が、+0.4 [V vs SHE] 以上となることを特徴とする請求項 13 記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 16】 上記スピバルブ膜は、上記各層を積層した状態での標準水素電極に対する腐食電位が、+0.4 [V vs SHE] 以上となることを特徴とする請求項 13 記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 17】 上記非磁性層は、AuCu からなり、Au, Cu の組成比を、それぞれ a, 100-a (a は、原子%を表す。)としたときに、その組成範囲が、 $25 \leq a < 100$ となり、

上記磁化固定層及び上記磁化自由層は、NiFe 又は CoNiFe からなり、Co, Ni, Fe の組成比を、それぞれ b, c, d (b, c, d は、それぞれ原子%を表す。)としたときに、その組成範囲が、 $0 \leq b \leq 75$, $15 \leq c \leq 95$, $5 \leq d \leq 40$ ($b + c + d = 100$ 原子%) となることを特徴とする請求項 13 記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 18】 上記磁化固定層及び上記磁化自由層は、Co, Ni, Fe の組成範囲が、 $20 \leq b \leq 75$, $20 \leq c \leq 75$, $5 \leq d \leq 40$ となることを特徴とする請求項 17 記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 19】 上記磁化固定層及び上記磁化自由層は、Co, Ni, Fe の組成範囲が、 $40 \leq b \leq 75$, $20 \leq c \leq 65$, $5 \leq d \leq 30$ となることを特徴とする請求項 18 記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 20】 上記非磁性層は、Au からなり、

上記磁化固定層及び上記磁化自由層は、NiFe又はCoNiFeからなり、Co, Ni, Feの組成比を、それぞれ b' , c' , d' (b' , c' , d' は、それぞれ原子%を表す。)としたときに、その組成範囲が、 $0 \leq b' \leq 75$, $15 \leq c' \leq 95$, $5 \leq d' \leq 40$ ($b' + c' + d' = 100$ 原子%)となることを特徴とする請求項13記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項21】 上記磁化固定層及び上記磁化自由層は、Co, Ni, Feの組成範囲が、 $10 \leq b' \leq 75$, $20 \leq c' \leq 85$, $5 \leq d' \leq 40$ となることを特徴とする請求項20記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項22】 上記磁化固定層及び上記磁化自由層は、Co, Ni, Feの組成範囲が、 $40 \leq b' \leq 75$, $20 \leq c' \leq 65$, $5 \leq d' \leq 30$ となることを特徴とする請求項21記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項23】 上記反強磁性層は、PtMnからなることを特徴とする請求項13記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項24】 上記感磁素子は、テープ状の磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出を行うことを特徴とする請求項13記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項25】 上記感磁素子は、回転ドラムに搭載されてヘリカルスキャン方式によりテープ状の磁気記録媒体と摺動しながら磁気信号の検出を行うことを特徴とする請求項24記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出を行う感磁素子としてスピバルブ膜を用いた磁気抵抗効果型磁気ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】

磁気抵抗効果素子（以下、MR素子という。）は、外部磁界の大きさや向きにより抵抗値が変化する、いわゆる磁気抵抗効果を利用したものであり、例えば、磁気記録媒体からの信号磁界を検出するための感磁素子として磁気ヘッド等に用

いられている。そして、このようなMR素子を備える磁気ヘッドは、一般に磁気抵抗効果型磁気ヘッド（以下、MRヘッドという。）と呼ばれている。

【0003】

また、MR素子としては、異方性磁気抵抗効果を利用したMR素子が従来より使用されているが、磁気抵抗変化率（MR比）が小さいために、より大きなMR比を示すものが望まれている。

【0004】

そこで、より大きなMR比を示すMR素子として、スピバルブ膜を利用した巨大磁気抵抗効果素子（以下、GMR素子という。）が提案されている。（フィジカル・レビュー・ビー(Physical Review B), 第43巻, 第1号, p1297~p1300に記載の「軟磁性多層膜における巨大磁気抵抗効果」(Giant Magnetoresistance in Soft Ferromagnetic Multilayers)参照）。

【0005】

このGMR素子は、一対の磁性層で非磁性層を挟持してなるスピバルブ膜を有し、このスピバルブ膜に対して面内方向に流れる、いわゆるセンス電流のコンダクタンスが、一対の磁性層の磁化の相対角度に依存して変化する、いわゆる巨大磁気抵抗効果を利用したものである。具体的に、スピバルブ膜は、反強磁性層と、反強磁性層との間で働く交換結合磁界により所定の方に磁化が固定された磁化固定層と、外部磁界に応じて磁化方向が変化する磁化自由層と、磁化固定層と磁化自由層との間を磁氣的に隔離する非磁性層とが積層された構造を有している。

【0006】

このスピバルブ膜を利用したGMR素子では、外部磁界が印加されると、外部磁界の大きさや向きに応じて、磁化自由層の磁化方向が変化する。そして、磁化自由層の磁化方向が磁化固定層の磁化方向に対して、逆方向（反平行）となる時、このスピバルブ膜に流れるセンス電流の抵抗値が最大となる。一方、磁化自由層の磁化方向が磁化固定層の磁化方向に対して、同一方向（平行）となる時に、このスピバルブ膜に流れるセンス電流の抵抗値が最小となる。

【0007】

したがって、このようなGMR素子を備える磁気ヘッド（以下、GMRヘッドという。）では、GMR素子に対して一定のセンス電流を供給すると、磁気記録媒体からの信号磁界に応じて、このGMR素子を流れるセンス電流の電圧値が変化することになり、このセンス電流の電圧値の変化を検出することによって、磁気記録媒体からの磁気信号を読み取ることが可能となる。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述したGMRヘッドは、ハードディスクドライブ等の磁気ディスク装置において利用されている。例えばハードディスクドライブは、サスペンションの先端部に取り付けられたヘッドスライダにGMRヘッドが搭載された構造を有している。そして、ハードディスクドライブでは、磁気ディスクの回転により生じる空気流を受けて、ヘッドスライダが磁気ディスクの信号記録面上を浮上しながら、このヘッドスライダに搭載されたGMRヘッドが磁気ディスクに記録された磁気信号を読み取ることによって、磁気ディスクに対する再生動作が行われる。

【 0 0 0 9 】

また、上述したGMRヘッドは、磁気ディスク装置に限らず、近年ではテープストリーマ等の磁気テープ装置にも利用されている。例えばヘリカルスキャン方式を採用するテープストリーマは、回転ドラムの外周面部にGMRヘッドが磁気テープの走行方向と略直交する方向に対してアジマス角に応じて斜めとなるように配置された構造を有している。そして、テープストリーマでは、磁気テープが回転ドラムに対して斜めに走行しながら、回転ドラムが回転駆動し、この回転ドラムに搭載されたGMRヘッドが磁気テープと摺動しながら、磁気テープに記録された磁気信号を読み取ることによって、磁気テープに対する再生動作が行われる。

【 0 0 1 0 】

また、テープストリーマでは、GMRヘッドと磁気テープとの間の距離、いわゆるスペーシングを小さくすることが好ましく、磁気テープの表面は、その表面性を上げることでより鏡面となっている。しかしながら、磁気テープの表面が鏡

面となるに従って、逆に磁気テープと回転ドラムの外周面部との接触面積が増加する。すると、走行時において磁気テープと回転ドラムとの間に働く摩擦力が大きくなり、場合によっては、磁気テープと回転ドラムとの張り付きが生じて、磁気テープのスムーズな走行が不可能となってしまう。そこで、磁気テープの表面には、 SiO_2 フィラーや有機フィラー等からなる微小突起が設けられており、この微小突起によって回転ドラムの外周面部との接触面積を小さくし、磁気テープと回転ドラムとの間に働く摩擦力を小さくすることが行われている。なお、これらの微小突起は、磁気テープとなるベースフィルムの表面に、上述したフィラーを付着させ、その上に磁性膜を被覆させることで形成される。また、磁気テープの表面には、傷や腐食等の発生を防止するための DLC 膜等の保護膜が形成されている。

【 0 0 1 1 】

ところで、上述したハードディスクドライブでは、GMR ヘッドが磁気ディスクの信号記録面に対して非接触な状態で再生動作を行っている。また、上述したスピンバルブ膜を構成する非磁性層には、Cu が用いられており、磁気ディスクと対向する GMR ヘッドの媒体対向面には、この Cu 等が腐食されることを防止するための DLC (Diamond Like Carbon) 膜等の保護膜が形成されている。

【 0 0 1 2 】

一方、上述したテープストリーマでは、GMR ヘッドが磁気テープに対して接触した状態で再生動作を行うことから、磁気テープと摺動される GMR ヘッドの媒体摺動面に、上述した腐食等の発生を防止するための保護膜が形成された場合には、再生動作時に磁気テープの表面に形成された微小突起や保護膜との接触によって、この GMR ヘッドの媒体摺動面に形成された保護膜が摩耗することになる。さらに、GMR ヘッドの媒体摺動面に形成された保護膜は、磁気テープとのスペーシングとなることから、この GMR ヘッドの短波長記録再生特性を劣化させることになる。

【 0 0 1 3 】

したがって、上述したテープストリーマ等の磁気テープ装置では、GMR ヘッドの媒体摺動面に保護膜を形成することができない。このため、従来の磁気テ

ブ装置では、GMRヘッドの媒体摺動面が直接大気と触れることになり、高温高湿下や海水雰囲気中において腐食等が発生しやすくなるといった問題があった。また、GMRヘッドの感度は、スピバルブ膜に流れるセンス電流により決定される。また、このスピバルブ膜の各層は、nmオーダーで形成されており、各層に僅かな腐食が発生しただけでも、各層の電気抵抗が変化してしまう。したがって、上述したGMRヘッドの媒体摺動面における腐食の発生は、このGMRヘッドのヘッド特性を大幅に劣化させてしまう。

【0014】

そこで、本発明は、このような従来の事情に鑑みて提案されたものであり、磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出を行う感磁素子として、優れた耐食性を示し且つ高い磁気抵抗変化率を維持したスピバルブ膜を備えることによって、磁気記録媒体に対する適切な再生動作を行うことを可能とした磁気抵抗効果型磁気ヘッドを提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

この目的を達成するために、本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出を行う感磁素子として、反強磁性層と、反強磁性層との間で働く交換結合磁界により所定の方向に磁化が固定された磁化固定層と、外部磁界に応じて磁化方向が変化する磁化自由層と、磁化固定層と磁化自由層との間を磁氣的に隔離する非磁性層とが積層されてなるスピバルブ膜を備え、非磁性層は、AuCuからなり、Au、Cuの組成比を、それぞれa、 $100 - a$ （aは、原子%を表す。）としたときに、その組成範囲が、 $25 \leq a < 100$ となり、磁化固定層及び磁化自由層は、NiFe又はCoNiFeからなり、Co、Ni、Feの組成比を、それぞれb、c、d（b、c、dは、それぞれ原子%を表す。）としたときに、その組成範囲が、 $0 \leq b \leq 75$ 、 $15 \leq c \leq 95$ 、 $5 \leq d \leq 40$ （ $b + c + d = 100$ 原子%）となることを特徴としている。

【0016】

以上のように、本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドでは、非磁性層として

AuCuを用い、Au, Cuの組成比を最適化することによって、優れた耐食性を得ることができ、また、磁化固定層及び磁化自由層としてNiFe又はCoNiFeを用い、Co, Ni, Feの組成比を最適化することによって、優れた耐食性を得ると共に、保持力が大きくなるのを抑制し、優れた磁気抵抗効果を得ることができる。したがって、この磁気抵抗効果型磁気ヘッドでは、磁気記録媒体と摺接される面に保護膜を形成しない場合でも、優れた耐食性を得ることができる。

【0017】

また、本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出を行う感磁素子として、反強磁性層と、反強磁性層との間で働く交換結合磁界により所定の方向に磁化が固定された磁化固定層と、外部磁界に応じて磁化方向が変化する磁化自由層と、磁化固定層と磁化自由層との間を磁氣的に隔離する非磁性層とが積層されてなるスピバルブ膜を備え、非磁性層は、Auからなり、磁化固定層及び磁化自由層は、NiFe又はCoNiFeからなり、Co, Ni, Feの組成比を、それぞれ b' , c' , d' (b' , c' , d' は、それぞれ原子%を表す。)としたときに、その組成範囲が、 $0 \leq b' \leq 75$, $15 \leq c' \leq 95$, $5 \leq d' \leq 40$ ($b' + c' + d' = 100$ 原子%)となることを特徴としている。

【0018】

以上のように、本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドでは、非磁性層としてAuを用いることによって、優れた耐食性を得ることができ、また、磁化固定層及び磁化自由層としてNiFe又はCoNiFeを用い、Co, Ni, Feの組成比を最適化することによって、優れた耐食性を得ると共に、保持力が大きくなるのを抑制し、優れた磁気抵抗効果を得ることができる。したがって、この磁気抵抗効果型磁気ヘッドでは、磁気記録媒体と摺接される面に保護膜を形成しない場合でも、優れた耐食性を得ることができる。

【0019】

また、本発明者は、上記目的を達成すべく鋭意検討を行った結果、所定の電気化学的手法を用いて測定される腐食電位をスピバルブ膜が満足することによっ

て、高い磁気抵抗変化率を維持することができることを見出した。

【0020】

すなわち、本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出を行う感磁素子として、反強磁性層と、反強磁性層との間で働く交換結合磁界により所定の方向に磁化が固定された磁化固定層と、外部磁界に応じて磁化方向が変化する磁化自由層と、磁化固定層と磁化自由層との間を磁氣的に隔離する非磁性層とが積層されてなるスピバルブ膜を備え、スピバルブ膜は、濃度0.1 kmol/LのNaCl溶液中に液浸された後に測定される標準水素電極に対する腐食電位が、+0.4 [V vs SHE] 以上となることを特徴としている。

【0021】

以上のように、本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドでは、磁気記録媒体と摺接される面に保護膜を形成しない場合でも、スピバルブ膜が高い耐食性を示すことによって、高い磁気抵抗変化率を維持することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を適用した磁気抵抗効果型磁気ヘッドについて、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0023】

図1に示す磁気テープ装置1は、ヘリカルスキャン方式により磁気テープ2に対する信号の記録再生を行うものである。この磁気テープ装置1は、磁気テープ2を供給する供給リール3と、供給リール3から供給された磁気テープを巻き取る巻取リール4と、供給リール3と巻取リール4との間で磁気テープ2の引き回しを行う複数のガイドローラ5a～5fとを備え、磁気テープ2が図1中矢印A方向に走行するようになされている。

【0024】

また、磁気テープ装置1は、ガイドローラ5eとガイドローラ5fとの間に、磁気テープ2が掛け合わされたピンチローラ5gと、このピンチローラ5gと共に磁気テープ2を挟み込むキャップスタン6とを備えている。このキャップスタ

ン6は、磁気テープ2を常に一定の速度で走行させるためのものであり、テープ走行時にキャップスタンモータ6aにより回転駆動される。したがって、磁気テープ2は、キャップスタンモータ6aによりキャップスタン6が図1中矢印B方向に回転駆動されることによって、図1中矢印A方向に一定の速度で送り出されることになる。

【0025】

また、磁気テープ装置1は、ローラ5cとローラ5dとの間に、磁気テープ2に対して信号の記録動作又は再生動作を行うヘッドドラム7を備えている。

【0026】

このヘッドドラム7は、図1及び図2に示すように、駆動モータ8により図中矢印A方向に回転駆動される回転ドラム9と、回転ドラム9の外周面部9aと連続した外周面部10aを形成すると共に、図示しないベースに固定された固定ドラム10とを有している。磁気テープ2は、これら回転ドラム9及び固定ドラム10の外周面部9a、10aに、略180°の角度範囲に亘って掛け合わされている。また、固定ドラム10の外周面部10aには、磁気テープ2を案内するリードガイド10bが形成されており、このリードガイド10bに沿って磁気テープ2が回転ドラム9の回転方向に対して斜めに走行するようになっている。

【0027】

回転ドラム9の外周面部9aには、磁気テープ2に対して信号の記録動作を行う一対の記録ヘッド11a、11bと、磁気テープ2に対して信号の再生動作を行う一対の再生ヘッド12a、12bとが取り付けられている。また、記録ヘッド11a及び再生ヘッド12aと、記録ヘッド11b及び再生ヘッド12bとは、互いに180°の位相差をもって回転ドラム9の外周面部9aに対向配置されている。また、これら記録ヘッド11a、11b及び再生ヘッド12a、12bは、その記録ギャップ及び再生ギャップが磁気テープ2の走行方向と略直交する方向に対してアジマス角に応じて斜めとなるように配置されている。

【0028】

したがって、このヘッドドラム7では、回転ドラム9及び固定ドラム10の外周面部9a、10aに掛け合わされた磁気テープが図2中矢印A方向に走行され

ながら、駆動モータ 8 により回転ドラム 9 が図 2 中矢印 C 方向に回転駆動されることによって、この回転ドラム 9 に搭載された一对の記録ヘッド 1 1 a, 1 1 b 及び一对の再生ヘッド 1 2 a, 1 2 b が磁気テープ 2 と摺動しながら、信号の記録動作又は再生動作を行うことになる。

【 0 0 2 9 】

具体的に、記録時には、磁気テープ 2 に対して、一方の記録ヘッド 1 1 a が、記録信号に応じた磁界を印加しながら所定のトラック幅で記録トラックを形成し、他方の記録ヘッド 1 1 b が、この記録トラックに隣接して記録信号に応じた磁界を印加しながら所定のトラック幅で記録トラックを形成する。そして、これら記録ヘッド 1 1 a, 1 1 b が磁気テープ 2 に対して繰り返し記録トラックを形成することによって、磁気テープ 2 に対して連続的に信号を記録することになる。

【 0 0 3 0 】

一方、再生時には、磁気テープ 2 に対して、一方の再生ヘッド 1 2 a が、一方の記録ヘッド 1 1 a により記録された記録トラックから信号磁界を検出し、他方の再生ヘッド 1 2 b が、他方の記録ヘッド 1 1 b により記録された記録トラックから信号磁界を検出する。そして、これら再生ヘッド 1 2 a, 1 2 b が記録トラックから繰り返し信号磁界を検出することによって、磁気テープ 2 に記録された信号を連続的に再生することになる。

【 0 0 3 1 】

ところで、上述した一对の再生ヘッド 1 2 a, 1 2 b には、図 3 及び図 4 に示すように、本発明を適用した磁気抵抗効果型磁気ヘッド（以下、MRヘッドという。）2 0 が用いられている。

【 0 0 3 2 】

具体的に、再生ヘッド 1 2 a, 1 2 b は、第 1 のコア部材 2 1 上に、例えばメッキ法やスパッタ法、蒸着法等の薄膜形成技術により MRヘッド 2 0 が形成され、この MRヘッド 2 0 上に保護膜 2 2 を介して第 2 のコア部材 2 3 が貼り付けられた構造を有している。また、再生ヘッド 1 2 a, 1 2 b は、その磁気テープ 2 と摺動する媒体摺動面 2 0 a が、図 3 中矢印 A に示す磁気テープ 2 の走行方向に沿って略円弧状に湾曲した曲面となっている。そして、MRヘッド 2 0 は、この

媒体摺動面 2 0 a から外部に臨む再生ギャップが磁気テープ 2 の走行方向と略直交する方向に対してアジマス角 θ に応じて斜めとなるように配置されている。

【 0 0 3 3 】

MRヘッド 2 0 は、上下一対の磁気シールド層 2 4, 2 5 の間にギャップ層 2 6 を介して磁気抵抗効果素子（以下、MR素子という。）2 7 が挟み込まれた構造を有している。

【 0 0 3 4 】

一对の磁気シールド層 2 4, 2 5 は、MR素子 2 7 を磁氣的にシールドするのに十分な幅を有する軟磁性膜からなり、ギャップ層 2 6 を介してMR素子 2 7 を挟み込むことにより、磁気テープ 2 からの信号磁界のうち、再生対象外の磁界がMR素子 2 7 に引き込まれないように機能する。すなわち、このMRヘッド 2 0 では、MR素子 2 7 に対して再生対象外の信号磁界が一对の磁気シールド層 2 4, 2 5 に導かれ、再生対象の信号磁界だけがMR素子 2 7 へと導かれる。これにより、MR素子 2 7 の周波数特性及び読み取り分解能の向上が図られている。

【 0 0 3 5 】

ギャップ層 2 6 は、MR素子 2 7 と一对の磁気シールド層 2 4, 2 5 との間を磁氣的に隔離する非磁性非導電性膜からなり、一对の磁気シールド層 2 4, 2 5 とMR素子 2 7 との間隔がギャップ長となる。

【 0 0 3 6 】

MR素子 2 7 は、スピバルブ膜 4 0 からなり、このスピバルブ膜 4 0 に対して面内方向に流れるセンス電流のコンダクタンスが、一对の磁性層の磁化の相対角度に依存して変化する、いわゆる巨大磁気抵抗効果を利用したものである。スピバルブ膜 4 0 としては、例えば、図 5 (a) に示すように、下地層 4 1 と、反強磁性層 4 2 と、磁化固定層 4 3 と、非磁性層 4 4 と、磁化自由層 4 5 と、保護層 4 6 とが、この順に積層された構造を有するボトム型のスピバルブ膜 4 0 a や、図 5 (b) に示すように、下地層 4 1 と、磁化自由層 4 5 と、非磁性層 4 4 と、磁化固定層 4 3 と、反強磁性層 4 2 と、保護層 4 6 とが、この順に積層された構造を有するトップ型のスピバルブ膜 4 0 b、図 5 (c) に示すように、下地層 4 1 と、反強磁性層 4 2 と、磁化固定層 4 3 と、非磁性層 4 4 と、磁化

自由層 4 5 と、非磁性層 4 4 と、磁化固定層 4 3 と、反強磁性層 4 2 と、保護層 4 6 とが、この順に積層された構造を有するデュアル型のスピバルブ膜 4 0 c 等を挙げることができる。

【 0 0 3 7 】

このうち、磁化固定層 4 3 は、反強磁性層 4 2 に隣接して配置されることによって、この反強磁性層 4 2 との間で働く交換結合磁界により、所定の方向に磁化が固定された状態となっている。一方、磁化自由層 4 5 は、非磁性層 4 4 を介して磁化固定層 4 3 と磁氣的に隔離されることによって、微弱な外部磁界に対して磁化方向が容易に変化することが可能となっている。

【 0 0 3 8 】

したがって、このスピバルブ膜 4 0 では、外部磁界が印加されると、この外部磁界の大きさや向きに応じて、磁化自由層 4 5 の磁化方向が変化する。そして、この磁化自由層 4 5 の磁化方向が磁化固定層 4 3 の磁化方向に対して、逆方向（反平行）となるとき、このスピバルブ膜 4 0 に流れる電流の抵抗値が最大となる。一方、磁化自由層 4 5 の磁化方向が磁化固定層 4 3 の磁化方向に対して、同一方向（平行）となるときに、このスピバルブ膜 4 0 に流れる電流の抵抗値が最小となる。

【 0 0 3 9 】

このように、スピバルブ膜 4 0 は、印加される外部磁界に応じて電気抵抗が変化することから、この抵抗変化を読み取ることによって磁気テープ 2 からの磁気信号を検出する感磁素子として機能している。なお、下地層 4 1 及び保護層 4 6 は、このスピバルブ膜 4 0 の比抵抗の増加を抑制するためのものであり、例えば T a 等からなる。

【 0 0 4 0 】

また、この MR 素子 2 7 の動作の安定化を図るため、スピバルブ膜 4 0 の長手方向の両端部には、図 3 及び図 4 に示すように、この MR 素子 2 7 にバイアス磁界を印加するための一対の永久磁石膜 2 8 a, 2 8 b が設けられている。そして、これら一対の永久磁石膜 2 8 a, 2 8 b に挟み込まれた部分の幅が、MR 素子 2 7 の再生トラック幅 T w となっている。さらに、一対の永久磁石膜 2 8 a,

2 8 b 上には、このMR素子 2 7 の抵抗値を減少させるための一対の低抵抗化膜 2 9 a, 2 9 b が設けられている。

【 0 0 4 1 】

また、MR素子 2 7 には、スピバルブ膜 2 8 にセンス電流を供給するための一対の導体部 3 0 a, 3 0 b が、その一端部側をそれぞれ一対の永久磁石膜 2 8 a, 2 8 b 及び低抵抗化膜 2 9 a, 2 9 b に接続するように設けられている。また、この導体部 3 0 a, 3 0 b の他端部側には、外部回路と接続される一対の外部接続用端子 3 1 a, 3 1 b が設けられている。

【 0 0 4 2 】

保護膜 2 2 は、MRヘッド 2 0 が形成された第 1 のコア部材 2 1 の主面を外部接続用端子 3 1 a, 3 1 b が外部に臨む部分を除いて被覆すると共に、このMRヘッド 2 0 が形成された第 1 のコア部材 2 1 と第 2 のコア部材 2 3 とを接合する。

【 0 0 4 3 】

なお、図 3 及び図 4 に示すMRヘッド 2 0 は、特徴をわかりやすくするために、MR素子 2 7 の周辺を拡大して図示されているが、実際には、第 1 のコア部材 2 1 及び第 2 のコア部材 2 3 と比べてMR素子 2 7 は非常に微細であり、媒体摺動面 2 0 a において、MRヘッド 2 0 が外部に臨むのはほとんど第 1 のコア部材 2 1 と第 2 のコア部材 2 3 とが突き合わされた上部端面だけである。

【 0 0 4 4 】

以上のように構成されるMRヘッド 2 0 は、図示しないチップベースに貼り付けると共に、一対の外部接続用端子 3 1 a, 3 1 b がチップベースに設けられた接続端子と電氣的に接続される。そして、このチップベースに設けられたMRヘッド 2 0 は、一対の再生ヘッド 1 2 a, 1 2 b として、図 2 に示す回転ドラム 9 に取り付けられている。

【 0 0 4 5 】

ところで、上述した磁気テープ装置 1 では、MRヘッド 2 0 が磁気テープ 2 に対して接触した状態で再生動作を行うことから、磁気テープ 2 と摺動されるMRヘッド 2 0 の媒体摺動面 2 0 a に、DLC (Diamond Like Carbon) 膜等の保護膜

を形成することができない。このため、従来の磁気テープ装置では、MRヘッドの媒体摺動面が直接大気と触れることになり、高温高湿下や海水雰囲気中において腐食等が発生しやすくなるといった問題があった。

【0046】

そこで、本発明を適用したMRヘッド20では、磁気テープ2と摺動される媒体摺動面20aに保護膜を形成しない場合でも、優れた耐食性を示し且つ高い磁気抵抗変化率(MR比)を維持したスピバルブ膜40を用いることによって、磁気テープ2に対する適切な再生動作を行うことを可能としている。

【0047】

具体的に、上述したスピバルブ膜40を構成する各層のうち、反強磁性層42には、優れた耐食性を示すPtMnが用いられている。また、反強磁性層42としては、PtMnの他にも、耐食性に優れたNiOや、IrMn、CrMnPt、 α -Fe₂O₃、RhMn、NiMn、PdPtMn等を用いることができる。

【0048】

また、磁化固定層43及び磁化自由層45には、優れた耐食性を示し且つ良好な軟磁気特性を示すNiFe又はCoNiFeが用いられている。また、磁化固定層43及び磁化自由層45は、これらの合金を積層した積層構造、若しくはこれらの合金と、例えばRu等からなる非磁性膜とを交互に積層した積層フェリ構造としてもよい。

【0049】

また、非磁性層44には、優れた耐食性を示し且つ高導電性を示すCuAu又はAuが用いられている。

【0050】

ここで、上述したスピバルブ膜40について、電気化学的手法を用いた腐食試験を行い、腐食試験前後における磁気抵抗の変化について測定すると共に、腐食試験後に表面観察を行い、腐食の発生の有無について調べた。

【0051】

本腐食試験では、標準水素電極(SHE: Standard Hydrogen Electrode)を

照合電極として、濃度 0.1 kmol/L の NaCl 溶液中に液浸させた後に測定される標準水素電極に対する腐食電位について測定する。

【 0 0 5 2 】

ところで、腐食電位は、溶液の種類や濃度によって変化する。特に、金属や合金の腐食電位は、Cl との反応の有無によって大きく変化する。したがって、本腐食試験では、高温高湿下、海水雰囲気中における腐食の発生を防ぐために、NaCl 溶液を用いた場合の腐食電位について測定した。

【 0 0 5 3 】

また、本腐食試験では、参照電極として Ag・AgCl を用い、測定電極として Pt を用い、室温（約 20℃）での腐食電位の測定を行った。そして、測定された腐食電位から標準水素電極（SHE）への補正を行い、これを本腐食試験における腐食電位とした。なお、測定時の電位上昇速度は、約 0.5 mV/sec である。

【 0 0 5 4 】

また、腐食電位及び腐食試験前後の抵抗変化については、膜特性を調べるため、スピバルブ膜 40 を構成する各層の単層膜での測定、或いは局部電池効果等を考慮した膜の相性を調べるため、スピバルブ膜 40 の要部となる磁化固定層 43 及び磁化自由層 45 を非磁性層 44 を介して積層した積層膜での測定、或いはスピバルブ膜 40 の各層を積層した積層膜での測定の何れの測定方法により測定されたものであってもよい。なお、ここでは、スピバルブ膜 40 を構成する各層の単層膜での測定により腐食電位及び腐食試験前後の抵抗変化を求めた。

【 0 0 5 5 】

また、表面観察においては、上述した単層膜での試験、並びに局部電池効果を考慮して、腐食電位の高い金属、例えば Au からなる下地膜上に各層を積層した積層膜での試験を行った。これは、局部電池効果によって Au と接する積層膜の方が単層膜よりも腐食が発生しやすい傾向にあるためである。

【 0 0 5 6 】

以下、腐食電位と腐食試験前後の抵抗変化との関係、並びに表面観察結果を図 6 に示す。なお、図 6 において、マルは、表面に変化が生じなかった場合を示し

、サンカクは、表面に僅かに変色が発生した場合を示し、バツは、表面に腐食が発生した場合を示す。

【 0 0 5 7 】

図 6 に示すように、腐食試験前後の抵抗変化及び表面観察結果は、腐食電位 + 0. 4 [V vs SHE] を境にして、大きく変化することがわかる。すなわち、腐食電位が + 0. 4 [V vs SHE] 以上となるときには、スピバルブ膜 4 0 の表面に腐食の発生はなく、腐食試験前後の抵抗変化もほとんどないことがわかる。一方、腐食電位が + 0. 4 [V vs SHE] よりも低くなると、スピバルブ膜 4 0 の表面に腐食が発生し、腐食試験前後の抵抗変化が急激に増加することがわかる。そして、さらに腐食電位が低くなると、抵抗測定が不可能な状態まで腐食が進むことがわかる。

【 0 0 5 8 】

以上のことから、スピバルブ膜 4 0 では、濃度 0. 1 kmol/L の NaCl 溶液中に液浸された後に測定される標準水素電極に対する腐食電位が、+ 0. 4 [V vs SHE] 以上となることが好ましい。これにより、MR ヘッド 2 0 では、スピバルブ膜 4 0 の腐食の発生を防ぎ、高い磁気抵抗変化率 (MR 比) を維持することが可能である。

【 0 0 5 9 】

次に、上述した非磁性層 4 4 として、耐食性に優れた AuCu 又は Au を用いる場合の Au, Cu の組成比と腐食電位との関係について調べた。

【 0 0 6 0 】

以下、Cu に対する Au の割合を変化させた際の非磁性層 4 4 の標準水素電極に対する腐食電位 [V vs SHE] を測定した測定結果を図 7 に示す。

【 0 0 6 1 】

図 7 に示すように、Cu に対する Au の割合と腐食電位とは比例関係にあり、Cu に対する Au の割合を 25 原子% 以上とすることによって、上述した標準水素電極に対する腐食電位 [V vs SHE] が + 0. 4 [V vs SHE] 以上となることがわかる。

【 0 0 6 2 】

したがって、非磁性層44として、AuCu又はAuを用いる場合には、Au、Cuの組成比を、それぞれa、 $100-a$ （aは、原子%を表す。）としたときに、その組成範囲を $25 \leq a \leq 100$ とすることが好ましい。これにより、MRヘッド20では、磁気テープ2と摺動される媒体摺動面20aに保護膜を形成しない場合でも、非磁性層44の腐食の発生を防ぎ、優れた耐食性を得ることが可能である。

【0063】

なお、非磁性層44は、このような組成比からなるAuCu又はAuに、Pd、Al、Ta、In、B、Nb、Hf、Mo、W、Re、Ru、Rh、Ga、Zr、Ir、Ag、Niから選ばれる少なくとも1種又は複数種の元素が添加されたものであってもよい。

【0064】

次に、非磁性層44としてAuCuを用い、且つ、上述した磁化固定層43及び磁化自由層45として、耐食性に優れたNiFe又はCoNiFeを用いる場合のCo、Ni、Feの組成比と腐食電位との関係について調べた。

【0065】

ここでは、Co、Ni、Feの組成比を変化させたNiFe又はCoNiFeのサンプルを作製し、各サンプルについて、上述した腐食試験を行った。そして、各サンプルの標準水素電極に対する腐食電位を測定すると共に、腐食試験後に表面観察を行い、腐食の発生の有無について調べた。

【0066】

以下、Co、Ni、Feの組成比を変化させた際の評価結果を図8に示す。なお、図8において、白マルは、表面に腐食の発生がなく、上述した標準水素電極に対する腐食電位 [V vs SHE] が+0.4 [V vs SHE] 以上となる場合を示し、黒マルは、表面に腐食が発生した場合を示す。また、シカクは、保持力Hcが100eよりも高くなる場合を示し、サンカクは、bcc相（体心立方構造）となる場合を示す。なお、 $Hc > 100e$ となる場合は、保持力の増加によって磁気抵抗効果が劣化する。また、NiFe又はCoNiFeは、共にfcc相（面心立方構造）である方が磁気抵抗効果が高くなる。一方、他の結晶構造となる場合

には、界面での格子の不整合が生じ、磁気抵抗効果が劣化する。また、fcc相とbcc相とが混在する場合も、界面での格子の不整合が生じ、磁気抵抗効果が劣化する。

【0067】

図8に示すように、Co, Ni, Feに対して、Coの割合が75原子%よりも大きくなり、Niの割合が15原子%よりも小さくなると、磁化固定層43及び磁化自由層45に腐食が発生しやすくなることがわかる。また、Co, Ni, Feに対して、Niの割合が95原子%よりも大きくなり、Feの割合が5原子%よりも小さくなると、磁化固定層43及び磁化自由層45の保持力が大きくなり、磁気抵抗効果が劣化することがわかる。また、Co, Ni, Feに対して、Feの割合が40原子%よりも大きくなると、磁化固定層43及び磁化自由層45に腐食が発生しやすくなることがわかる。

【0068】

したがって、非磁性層44としてAuCuを用い、且つ、磁化固定層43及び上記磁化自由層45として、FeNi又はCoNiFeを用いる場合には、Co, Ni, Feの組成比を、それぞれb, c, d (b, c, dは、それぞれ原子%を表す。)としたときに、その組成範囲が、 $0 \leq b \leq 75$, $15 \leq c \leq 95$, $5 \leq d \leq 40$ ($b + c + d = 100$ 原子%) となることが好ましい。

【0069】

すなわち、磁化固定層43及び磁化自由層45は、図9に示すように、Co, Ni, Feの組成比が、点A (Co=0原子%、Ni=95原子%、Fe=5原子%)、点B (Co=0原子%、Ni=60原子%、Fe=40原子%)、点C (Co=45原子%、Ni=15原子%、Fe=40原子%)、点D (Co=75原子%、Ni=15原子%、Fe=10原子%)、点E (Co=75原子%、Ni=20原子%、Fe=5原子%)の5点で囲まれた実線の範囲内にあることが好ましい。

【0070】

これにより、MRヘッド20では、磁気テープ2と摺動される媒体摺動面20aに保護膜を形成しない場合でも、磁化固定層43及び磁化自由層45の腐食の

発生を防ぎ、優れた耐食性を得ることが可能である。

【0071】

さらに、磁化固定層43及び磁化自由層45は、Co, Ni, Feの組成範囲が、 $20 \leq b \leq 75$, $20 \leq c \leq 75$, $5 \leq d \leq 40$ となる、すなわちCo, Ni, Feの組成比が、点F (Co=20原子%、Ni=75原子%、Fe=5原子%)、点G (Co=20原子%、Ni=40原子%、Fe=40原子%)、点H (Co=40原子%、Ni=20原子%、Fe=40原子%)、点E (Co=75原子%、Ni=20原子%、Fe=5原子%)の4点で囲まれた破線の範囲内にあることが好ましい。

【0072】

これにより、MRヘッド20では、磁化固定層43及び磁化自由層45が優れた耐食性を示し且つ高い磁気抵抗効果率を維持することが可能であると共に、特にCoの割合が増すことによって磁気抵抗変化率を高めることが可能である。

【0073】

さらにまた、磁化固定層43及び磁化自由層45は、Co, Ni, Feの組成範囲が、 $40 \leq b \leq 75$, $20 \leq c \leq 65$, $5 \leq d \leq 30$ となる、すなわちCo, Ni, Feの組成比が、点I (Co=30原子%、Ni=65原子%、Fe=5原子%)、点J (Co=30原子%、Ni=40原子%、Fe=30原子%)、点K (Co=50原子%、Ni=20原子%、Fe=30原子%)、点E (Co=75原子%、Ni=20原子%、Fe=5原子%)の4点で囲まれた一点鎖線の範囲内にあることが好ましい。

【0074】

これにより、MRヘッド20では、磁化固定層43及び磁化自由層45が優れた耐食性を示し且つ高い磁気抵抗効果率を維持することが可能であると共に、優れた耐食性と高い磁気抵抗効果率とを高次元でバランスさせることが可能である。

【0075】

次に、非磁性層44としてAuを用い、且つ、上述した磁化固定層43及び磁化自由層45として、耐食性に優れたNiFe又はCoNiFeを用いる場合の

Co, Ni, Feの組成比と腐食電位との関係について調べた。

【0076】

ここでは、Co, Ni, Feの組成比を変化させたNiFe又はCoNiFeのサンプルを作製し、各サンプルについて、上述した腐食試験を行った。そして、各サンプルの標準水素電極に対する腐食電位を測定すると共に、腐食試験後に表面観察を行い、腐食の発生の有無について調べた。

【0077】

以下、Co, Ni, Feの組成比を変化させた際の評価結果を図10に示す。なお、図10において、白マルは、表面に腐食の発生がなく、上述した標準水素電極に対する腐食電位 [V vs SHE] が+0.4 [V vs SHE] 以上となる場合を示し、黒マルは、表面に腐食が発生した場合を示す。また、シカクは、保持力Hcが $H_c > 100 \text{ e}$ となる場合を示し、サンカクは、bcc相（体心立方構造）となる場合を示す。

【0078】

図10に示すように、Co, Ni, Feに対して、Coの割合が75原子%よりも大きくなり、Niの割合が15原子%よりも小さくなると、磁化固定層43及び磁化自由層45に腐食が発生しやすくなることがわかる。また、Co, Ni, Feに対して、Niの割合が95原子%よりも大きくなり、Feの割合が5原子%よりも小さくなると、磁化固定層43及び磁化自由層45の保持力が大きくなり、磁気抵抗効果が劣化することがわかる。また、Co, Ni, Feに対して、Feの割合が40原子%よりも大きくなると、磁化固定層43及び磁化自由層45に腐食が発生しやすくなることがわかる。

【0079】

したがって、非磁性層44としてAuを用い、且つ、磁化固定層43及び上記磁化自由層45として、FeNi又はCoNiCoFeを用いる場合には、Co, Ni, Feの組成比を、それぞれ b' , c' , d' (b' , c' , d' は、それぞれ原子%を表す。)としたときに、その組成範囲が、 $0 \leq b' \leq 75$, $15 \leq c' \leq 95$, $5 \leq d' \leq 40$ ($b + c + d = 100$ 原子%) となることが好ましい。

【0080】

すなわち、磁化固定層43及び磁化自由層45は、図11に示すように、Co, Ni, Feの組成比が、点A' (Co=0原子%、Ni=95原子%、Fe=5原子%)、点B' (Co=0原子%、Ni=60原子%、Fe=40原子%)、点C' (Co=45原子%、Ni=15原子%、Fe=40原子%)、点D' (Co=75原子%、Ni=15原子%、Fe=10原子%)、点E' (Co=75原子%、Ni=20原子%、Fe=5原子%)の5点で囲まれた実線の範囲内にあることが好ましい。

【0081】

これにより、MRヘッド20では、磁気テープ2と摺動される媒体摺動面20aに保護膜を形成しない場合でも、磁化固定層43及び磁化自由層45の腐食の発生を防ぎ、優れた耐食性を得ることが可能である。

【0082】

さらに、磁化固定層43及び磁化自由層45は、Co, Ni, Feの組成範囲が、 $10 \leq b' \leq 75$ 、 $20 \leq c' \leq 85$ 、 $5 \leq d' \leq 40$ となる、すなわちCo, Ni, Feの組成比が、点F' (Co=10原子%、Ni=85原子%、Fe=5原子%)、点G' (Co=10原子%、Ni=50原子%、Fe=40原子%)、点H' (Co=40原子%、Ni=20原子%、Fe=40原子%)、点E' (Co=75原子%、Ni=20原子%、Fe=5原子%)の4点で囲まれた破線の範囲内にあることが好ましい。

【0083】

これにより、MRヘッド20では、磁化固定層43及び磁化自由層45が優れた耐食性を示し且つ高い磁気抵抗効果率を維持することが可能であると共に、特にCoの割合が増すことによって磁気抵抗変化率を高めることが可能である。

【0084】

さらにまた、磁化固定層43及び磁化自由層45は、Co, Ni, Feの組成範囲が、 $40 \leq b' \leq 75$ 、 $20 \leq c' \leq 65$ 、 $5 \leq d' \leq 30$ となる、すなわちCo, Ni, Feの組成比が、点I' (Co=30原子%、Ni=65原子%、Fe=5原子%)、点J' (Co=30原子%、Ni=40原子%、Fe=3

0原子%)、点K' (Co=50原子%、Ni=20原子%、Fe=30原子%)、点E' (Co=75原子%、Ni=20原子%、Fe=5原子%)の4点で囲まれた一点鎖線の範囲内にあることが好ましい。

【0085】

これにより、MRヘッド20では、磁化固定層43及び磁化自由層45が優れた耐食性を示し且つ高い磁気抵抗効果率を維持することが可能であると共に、優れた耐食性と高い磁気抵抗効果率とを高次元でバランスさせることが可能である。

【0086】

なお、上述したスピバルブ膜40において、磁化固定層43及び磁化自由層45は、上述した組成比を有するNiFe又はCoNiFeに、Au, Ir, Pt, Al, Pd, Rh, Crから選ばれる少なくとも1種又は複数種の元素が添加されたものであってもよい。

【0087】

以上のような条件を満足するスピバルブ膜40として、上述したMRヘッド20では、例えば下層層41となるTaと、磁化自由層45となるNi₈₀Fe₂₀及びCo₅₀Ni₃₀Fe₂₀と、非磁性層となるAu₅₅Cu₄₅と、磁化固定層43となるCo₅₀Ni₃₀Fe₂₀と、反強磁性層42となるPtMnと、保護層46となるTaとが順次積層されてなるスピバルブ膜40を備える構成とした。

【0088】

そして、このスピバルブ膜40を構成する各層の単層膜での腐食電位を測定したところ、磁化自由層45となるNi₈₀Fe₂₀の腐食電位は、+0.85となり、非磁性層となるAu₅₅Cu₄₅の腐食電位は、+0.77となり、磁化固定層43及び磁化自由層45となるCo₅₀Ni₃₀Fe₂₀の腐食電位は、+0.55となり、反強磁性層42となるPtMnの腐食電位は、+1.30となり、下層層41及び保護層46となるTa膜の腐食電位は、+1.5以上となり、各層の標準水素電極に対する腐食電位が、全て+0.4 [V vs SHE] 以上となった。

【 0 0 8 9 】

したがって、MRヘッド20では、このような優れた耐食性を示し且つ高い磁気抵抗変化率を維持したスピバルブ膜40を備えることによって、磁気テープ2と摺動される媒体摺動面20aに保護膜を形成しない場合でも、高温高湿下や海水雰囲気中において腐食等の発生を防止することが可能であり、磁気テープ2に対する適切な再生動作を行うことが可能である。特に、ヘリカルスキャン方式を用いた磁気テープ装置1において、このようなMRヘッド20を再生ヘッド12a, 12bとして用いた場合に優れた耐食性を得ることが可能である。

【 0 0 9 0 】

なお、本発明は、上述したMRヘッド20に限定されず、例えばMRヘッド上に、電磁誘導を利用したインダクティブ型磁気ヘッドが積層されてなる複合型磁気ヘッドにも適用可能である。また、本発明は、絶縁層を介して一对の磁性層を積層し、一方の磁性層から他方の磁性層に流れるトンネル電流のコンダクタンスが一对の磁性層の磁化の相対角度に依存して変化する磁気トンネル接合素子を備える磁気トンネル効果型磁気ヘッドにも適用可能である。

【 0 0 9 1 】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明に係る磁気抵抗効果型磁気ヘッドでは、優れた耐食性を示し且つ高い磁気抵抗変化率を維持したスピバルブ膜を備えることから、磁気記録媒体と摺接される面に保護膜を形成しない場合でも、高温高湿下や海水雰囲気中において腐食等の発生を防止することが可能であり、磁気記録媒体に対する適切な再生動作を行うことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

磁気テープ装置の構成を示す平面図である。

【図2】

ドラムヘッドの構成を示す斜視図である。

【図3】

本発明を適用したMRヘッドの構成を示す斜視図である。

【図 4】

上記MRヘッドを媒体摺動面から見た端面図である。

【図 5】

上記MRヘッドを構成するスピバルブ膜として、(a)は、ボトム型のスピバルブ膜の構成を示す断面図であり、(b)は、トップ型のスピバルブ膜の構成を示す断面図であり、(c)は、デュアル型のスピバルブ膜の構成を示す断面図である。

【図 6】

腐食電位と腐食試験前後の磁気抵抗の変化との関係、並びに表面観察結果を示す特性図である。

【図 7】

Au, Cuの組成比と腐食電位との関係を示す特性図である。

【図 8】

スピバルブ膜において、非磁性層にAuCuを用い、磁性層にNiFe又はCoNiFeを用いた場合に、Co, Ni, Feの組成比を変化させた際のスピバルブ膜の評価結果を示す三元図である。

【図 9】

スピバルブ膜において、非磁性層にAuCuを用い、磁性層にNiFe又はCoNiFeを用いた場合に好適なCo, Ni, Feの組成比を示す三元図である。

【図 10】

スピバルブ膜において、非磁性層にAuを用い、磁性層にNiFe又はCoNiFeを用いた場合に、Co, Ni, Feの組成比を変化させた際のスピバルブ膜の評価結果を示す三元図である。

【図 11】

スピバルブ膜において、非磁性層にAuを用い、磁性層にNiFe又はCoNiFeを用いた場合に好適なCo, Ni, Feの組成比を示す三元図である。

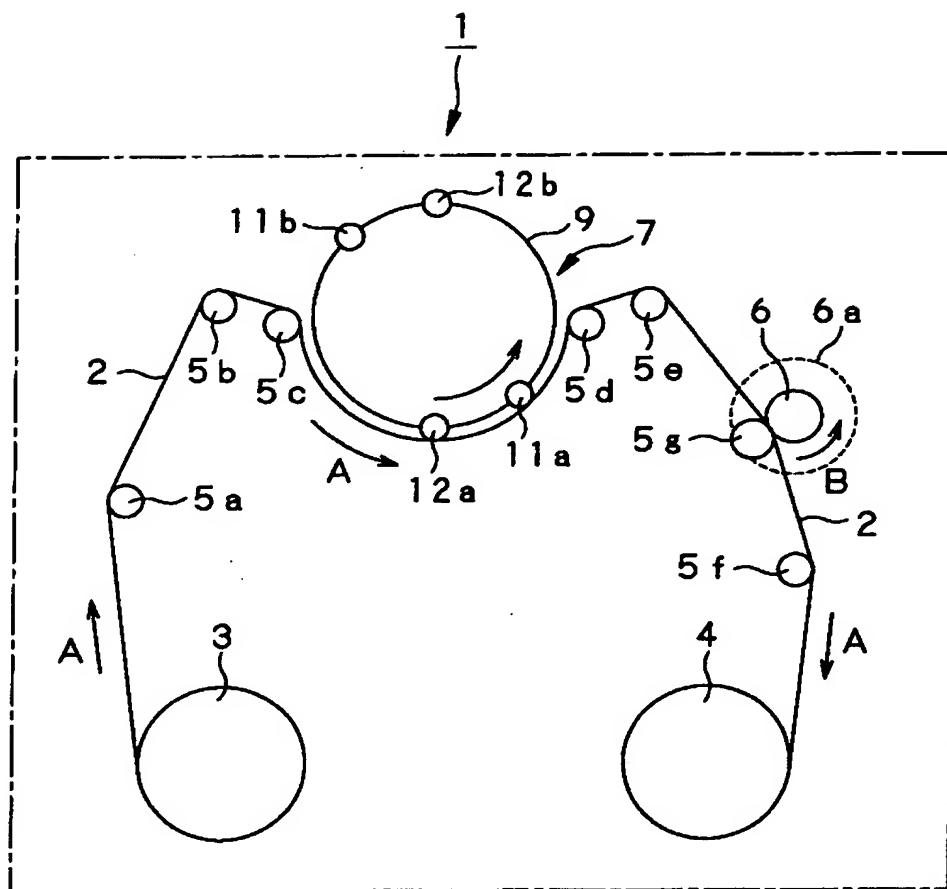
【符号の説明】

- 1 磁気テープ装置、 2 磁気テープ、 3 供給リール、 4 巻取リール、 5

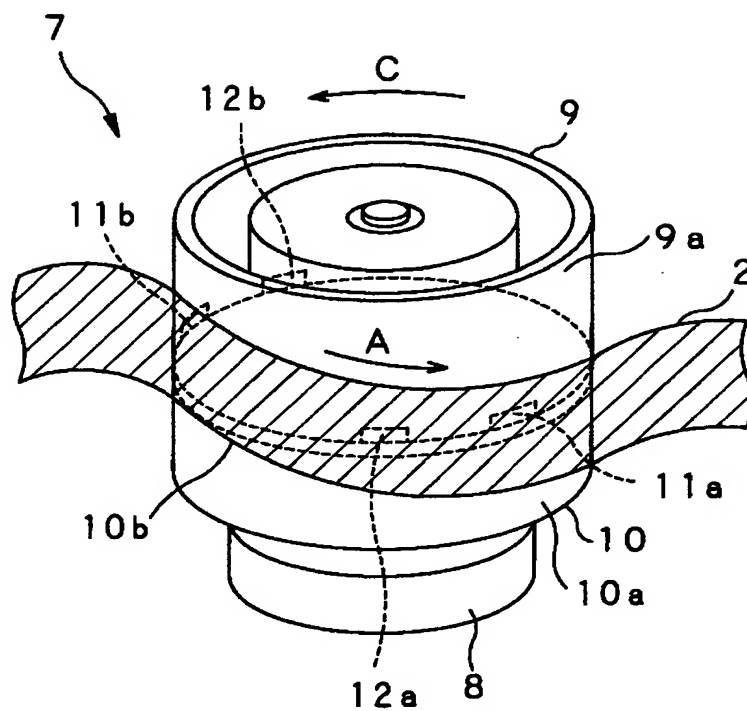
a ~ 5 f ガイドローラ、5 g ピンチローラ、6 キャップスタン、6 a キャップスタンモータ、7 ヘッドドラム、8 駆動モータ、9 回転ドラム、10 固定ドラム、11 記録ヘッド、12 再生ヘッド、20 MRヘッド、21 第1のコア部材、22 保護膜、23 第2のコア部材、24, 25 磁気シールド層、26 ギャップ層、27 MR素子、28 永久磁石膜、29 低抵抗化膜、30 導体部、31 外部接続用端子、40 スピンバルブ膜、42 反強磁性層、43 磁化固定層、44 非磁性層、45 磁化自由層

【書類名】 図面

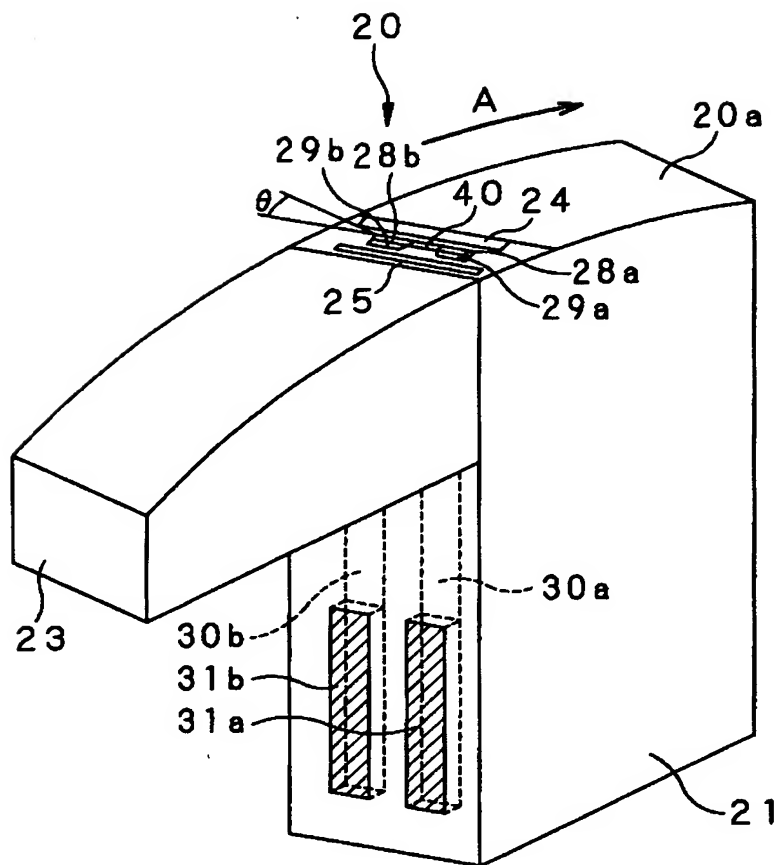
【図1】



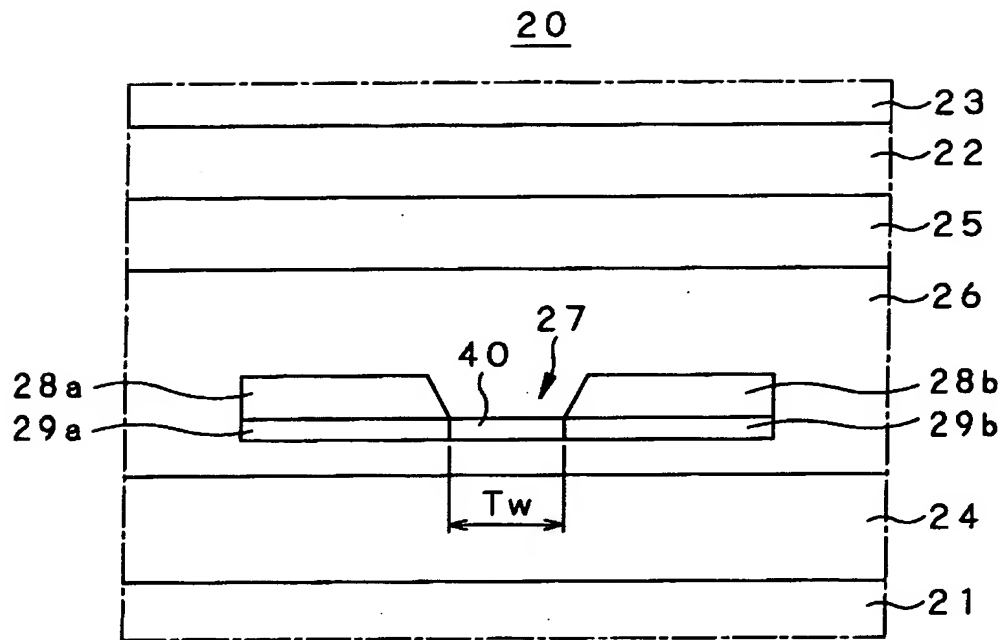
【図 2】



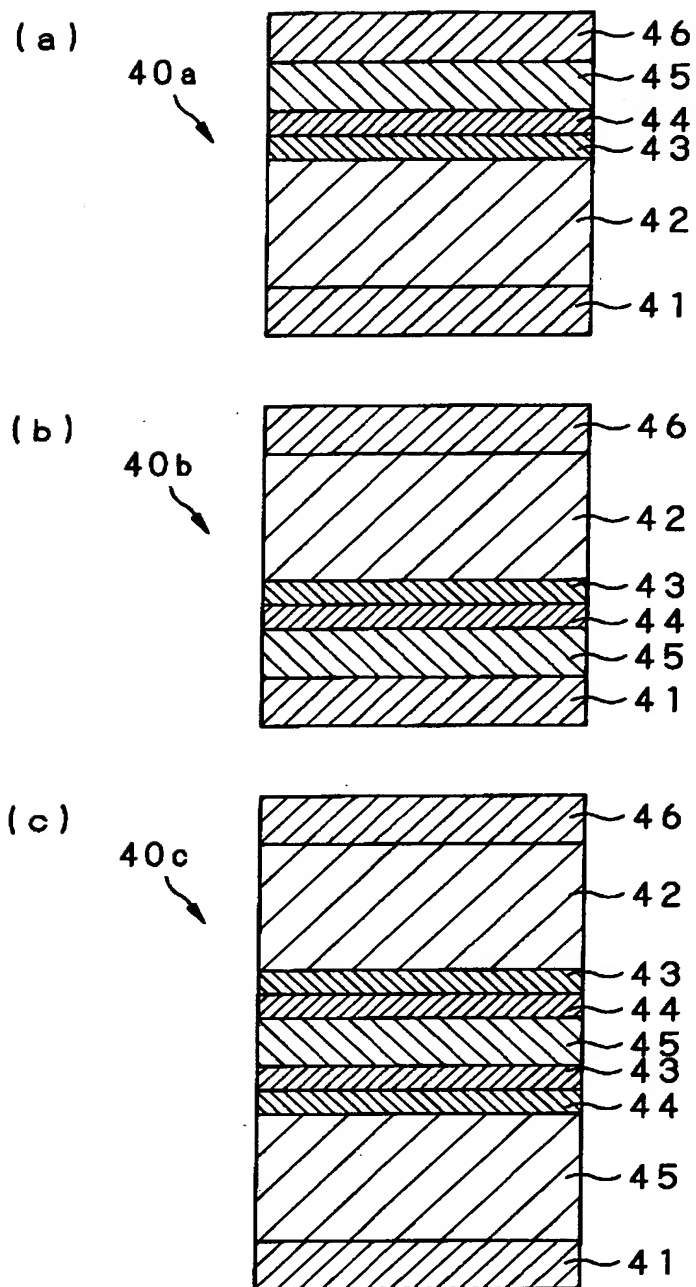
【図3】



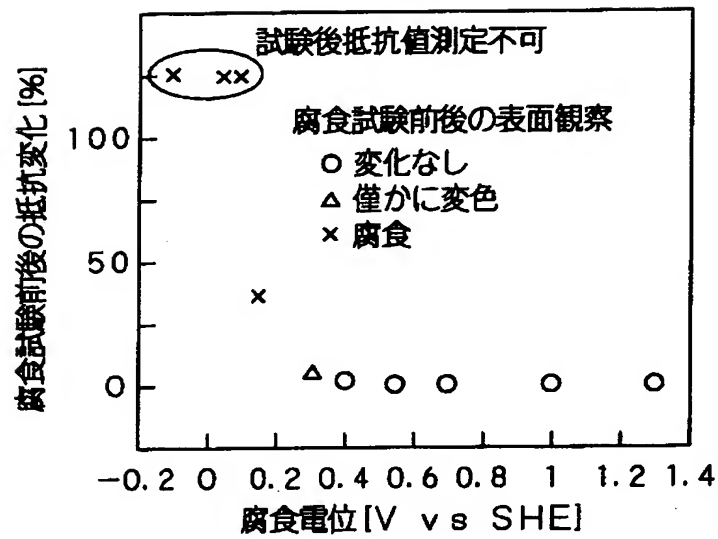
【図 4】



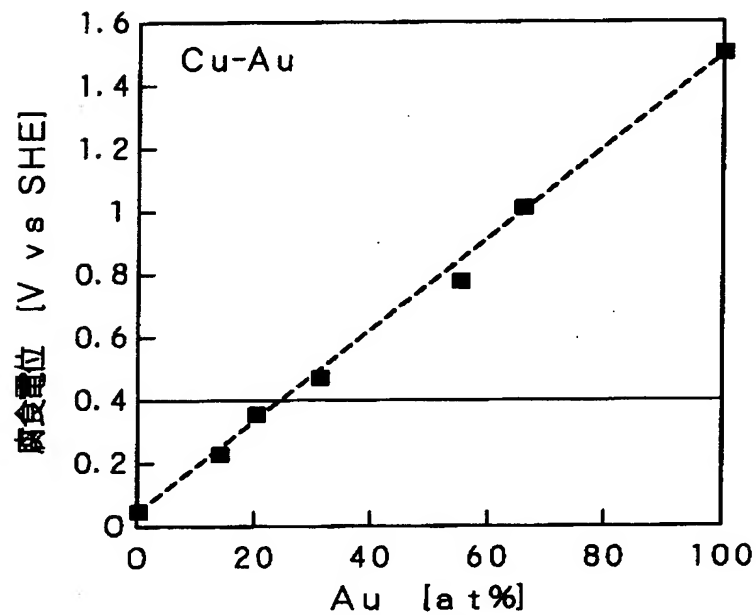
【図 5】



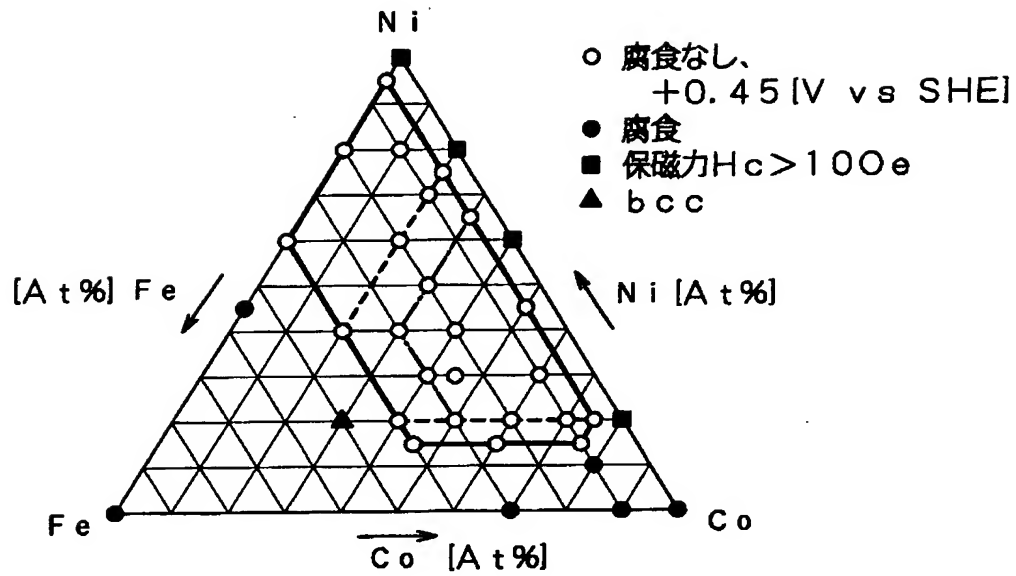
【図 6】



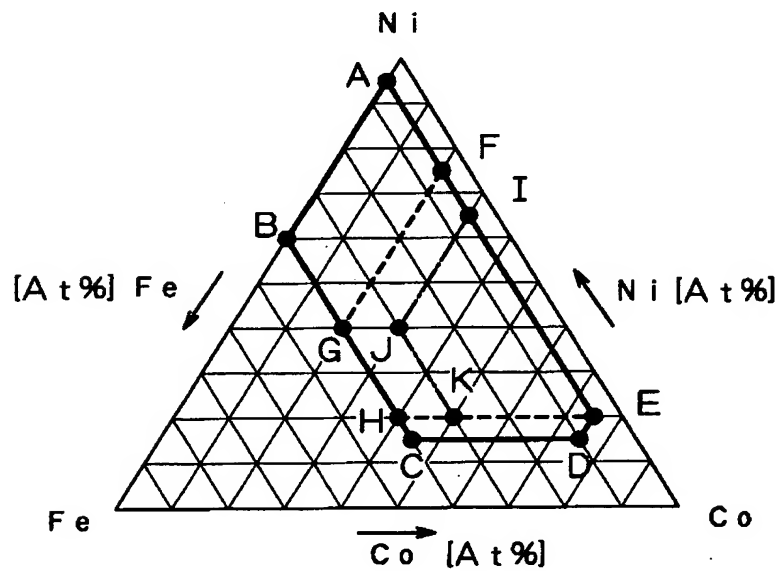
【図 7】



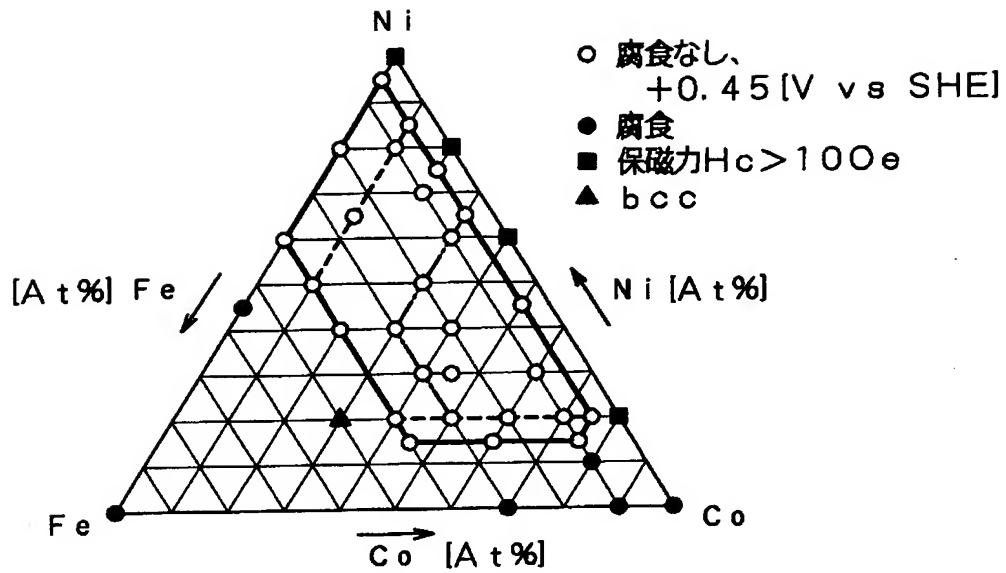
【図 8】



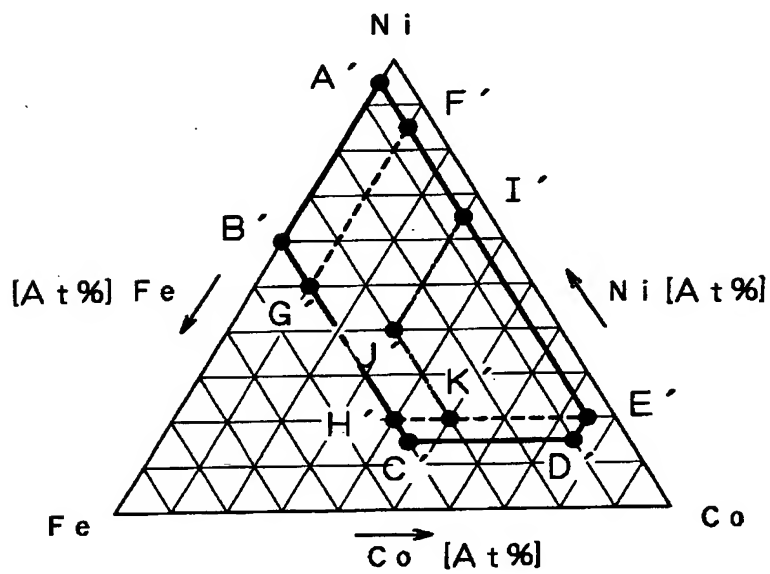
【図 9】



【図10】



【図11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高温高湿下や海水雰囲気中において腐食等の発生を防止する。

【解決手段】 磁気記録媒体 2 と摺接しながら磁気信号の検出を行う感磁素子としてスピバルブ膜 4 0 を用いる。そして、このスピバルブ膜 4 0 を構成する各層のうち、非磁性層 4 4 として、AuCu 又は Au を用い、Au, Cu の組成比を、それぞれ a , $100 - a$ (a は、原子%を表す。) としたときに、その組成範囲を、 $25 \leq a \leq 100$ とする。また、磁化固定層 4 3 及び磁化自由層 4 5 として、NiFe 又は CoNiFe を用い、Co, Ni, Fe の組成比を、それぞれ b , c , d (b , c , d は、それぞれ原子%を表す。) としたときに、その組成範囲を、 $0 \leq b \leq 75$, $15 \leq c \leq 95$, $5 \leq d \leq 40$ ($b + c + d = 100$ 原子%) とする。これにより優れた耐食性を得ることができる。

【選択図】 図 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号
氏 名 ソニー株式会社